



41

## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : <b>H02K 33/06, 33/16</b>	A1	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 99/40673</b>
		(43) Date de publication internationale: 12 août 1999 (12.08.99)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/00235	(81) Etats désignés: JP, KR, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Date de dépôt international: 3 février 1999 (03.02.99)	
(30) Données relatives à la priorité: 98/01502 9 février 1998 (09.02.98) FR	Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>
(71) Déposant ( <i>pour tous les Etats désignés sauf US</i> ): MOVING MAGNET TECHNOLOGIES (S.A.) [FR/FR]; 78, avenue Clémenceau, F-25000 Besançon (FR).	
(72) Inventeurs; et	
(75) Inventeurs/Déposants ( <i>US seulement</i> ): OUDET, Claude [FR/FR]; 12, rue du Capitaine Arrachart, F-25000 Besançon (FR). GANDEL, Pierre [FR/FR]; 18, chemin de Rochefort, F-25660 Besançon (FR). FRACHON, Didier [FR/FR]; 4, rue Lucien Febvre, F-25000 Besançon (FR). BESSON, Christophe [FR/FR]; 5 B, rue du Bougney, F-25000 Besançon (FR).	
(74) Mandataire: BREESE, Pierre; Breese-Majerowicz, 3, avenue de l'Opéra, F-75001 Paris (FR).	

(54) Title: IMPROVED LINEAR ACTUATOR

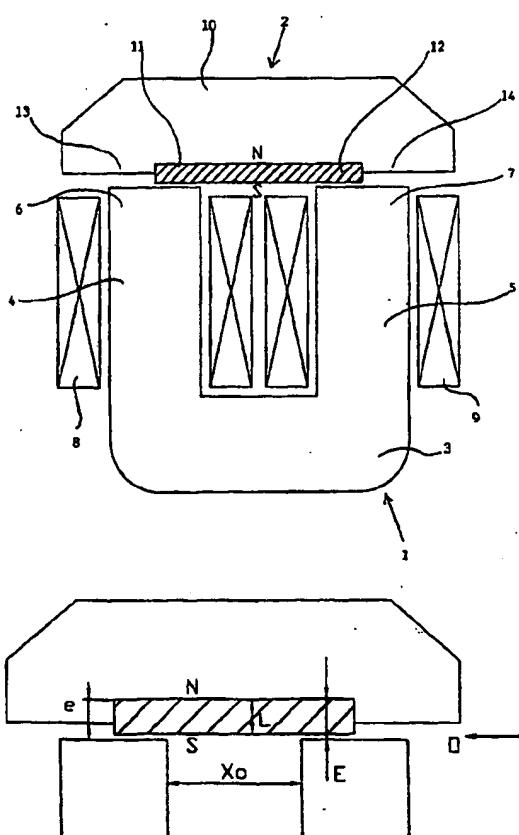
(54) Titre: ACTIONNEUR LINEAIRE AMELIORE

## (57) Abstract

The invention concerns a linear uniphase polarised electromagnetic actuator comprising a coiled stator (1) and at least one part (2) mobile in the direction OX, with a useful travel  $X_c$ , comprising a part mobile with the current powering the coil, in a direction depending on the current sign, comprising a yoke (12) in soft magnetic material and at least one magnet (12) coupled with said yoke, the magnet(s) being partially set inside a cavity of the mobile yoke on the side of the stator poles, at a depth  $e$  such that  $0.1L < e < 0.9L$ ,  $E$  being the distance measured perpendicularly to OX between the stator poles and the cavity end wall.

## (57) Abrégé

La présente invention concerne un actionneur électromagnétique polarisé, linéaire et monophasé, comportant un stator bobiné (1) et au moins une partie mobile (2) dans la direction OX, avec une course utile  $X_c$ , comportant une partie mobile avec le courant alimentant la bobine, dans une direction dépendant du signe du courant, comportant une culasse (10) en matériau magnétique doux et au moins un aimant (12) lié à cette culasse, le ou les aimants d'une partie mobile seront partiellement encastrés dans une cavité de la culasse mobile du côté des pôles du stator, à une profondeur  $e$  telle que  $0.1L < e < 0.9L$ ,  $E$  étant la distance mesurée perpendiculairement à OX entre les pôles du stator et le fond de la cavité.



**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UC	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

## ACTIONNEUR LINÉAIRE AMÉLIORÉ

La présente invention concerne le domaine des actionneurs linéaires à aimant permanent généralement mince.

5 De tels actionneurs linéaires comportent une structure statorique à deux pôles excités par une bobine électrique, et une partie mobile comportant une culasse et une partie aimantée.

10 Le principe général de tels actionneurs est décrit dans le brevet FR 97/10585.

De tels actionneurs mettent en oeuvre une structure magnétique composée de trois aimants minces aimantés en sens alternés.

15 Un premier inconvénient des actionneurs de l'art antérieur est de nécessiter trois aimants permanents. Les aimants performants sont relativement chers, et les structures de l'art antérieur présentent de ce fait un coût de fabrication élevé.

20 Un second inconvénient est lié au fait que l'alternance de polarité des aimants minces oblige à aimanter les aimants avant assemblage, puis de coller les trois aimants sur la culasse.

25 Un troisième inconvénient des actionneurs de l'art antérieur provient du fait que la force magnétostatique produit par l'architecture de ces actionneurs tend à ramener fortement la partie mobile en milieu de course, ce qui peut s'avérer gênant pour certaines applications.

30 L'objet de la présente invention est de proposer un actionneur amélioré, remédiant à ces inconvénients tout en conservant une force par ampères-tours satisfaisante.

On a proposé dans l'état de la technique des actionneurs présentant une partie mobile formée par un aimant encastré dans une culasse en un matériau magnétique doux. Une telle solution est proposée dans le brevet américain US5,175,457, ou dans la figure 1 du brevet

WO86/05928. La demanderesse a établi que la force ne reste pas constante en fonction de la position lorsque le nombre d'ampère-tours appliqués à la bobine augmente (voir la figure 1).

5 On a également proposé des solutions dans laquelle l'aimant est fixé sur la surface de la culasse. Une telle solution est proposée dans le brevet américain US4,195,277. Pour de tels actionneurs, la force reste sensiblement constante le long de la course utile. Dans ce  
10 cas, la demanderesse a établi que le rendement est médiocre, et en tout cas inférieur au rendement des actionneurs du premier type (voir la figure 2).

Le but de l'invention est de proposer un actionneur présentant une force sensiblement constante le  
15 long de la course avec un rendement élevé. L'invention objet du présent brevet résulte de l'analyse par la demanderesse de l'incidence de la position de l'aimant à l'intérieur de la culasse sur les caractéristiques d'un actionneur, et de la conception à partir de cette analyse d'un nouveau type  
20 d'actionneur présentant des performances optimisées.

A cet effet, l'invention concerne un actionneur électromagnétique linéaire comportant une structure statorique à deux pôles excités par au moins une bobine électrique, et une partie mobile comportant une culasse et  
25 une partie aimantée caractérisé en ce que la partie mobile comporte un ou deux aimants permanents aimantés selon une direction perpendiculaire au plan de l'entrefer logés dans une cavité prévue dans la culasse mobile réalisée en un matériau ferromagnétique.

30 La profondeur de la cavité e est choisie de façon judicieuse afin d'augmenter la force fournie par l'actionneur, par rapport au cas sans cavité ( $e=0$ ), tout en conservant une force sensiblement constante le long de la course utile.

Lorsque l'actionneur n'est pas saturé, la force créée dans la direction OX du degré de liberté de la partie mobile peut être décomposée en trois composantes : la force magnétostatique  $F_0$  (sans courant), souvent négligeable sur la 5 course utile  $X_c$ , un terme de force polarisé  $F_{nI}$  proportionnel aux ampères-tours  $nI$ , et un terme de force  $F_{nI^2}$  proportionnel au carré des ampères-tours, dû à la réluctance variable engendrée par la cavité (voir les figures 1 et 2) :

10 
$$F \approx F_{nI} + F_{nI^2}$$

Pour une valeur d'ampères-tours  $nI$  donnée, les termes de force augmentent lorsque l'on augmente l'épaisseur  $e$  de la cavité dans laquelle est placé l'aimant (voir les 15 notations à la figure 4).

Sans cavité,  $e=0$ ,  $F_{nI^2}=0$ .

Le terme de force  $F_{nI}$  est quasiment constant le 20 long de la course utile, quelle que soit la valeur de  $e$ . Par contre, le terme  $F_{nI^2}$  varie linéairement avec la position. Afin d'obtenir une force sensiblement constante sur toute la course, pour une valeur d'ampères-tours donnée, il faut garder un rapport  $F_{nI^2}/F_{nI}$  relativement faible, par exemple 25 inférieur à 15%. Ce rapport peut être exprimé, en première approximation, par une relation du type

$$\frac{F_{nI^2}}{F_{nI}} \approx 0.25 \cdot \frac{X^2}{1-X} \cdot \frac{ni}{H_c \cdot L}$$

30 où  $X=e/E$  représente un coefficient d'encastrement, avec  $E$  désignant l'entrefer entre le fond de la cavité dans laquelle est placé l'aimant et le plan passant par la surface des pôles statoriques, sans déduction de l'épaisseur de l'aimant.

$nI$  est le potentiel magnétique créé dans le circuit magnétique par le courant traversant la ou les bobines ;

5  $H_c.L$  est le potentiel magnétique de l'aimant avec  $H_c$  son champ coercitif et  $L$  son épaisseur dans le sens de l'aimantation.

Le rapport  $F_{nI^2}/F_{nI}$  est strictement croissant avec la profondeur de la cavité  $e$ .

10 Pour un aimant et une valeur d'ampères-tours donnés, la hauteur  $e$  de la cavité est choisie aussi grande que possible, afin d'augmenter la force, en gardant un rapport  $F_{nI^2}/F_{nI}$  relativement faible, par exemple inférieur à 0.15, pour obtenir une force sensiblement constante le long de la course.

15 La profondeur de la cavité  $e$  est alors choisie de façon judicieuse ( $0.1L < e < 0.9L$ ), par un calcul et/ou par une simulation appropriés, afin d'optimiser la force fournie par l'actionneur.

20 Pour les très faibles valeurs d'ampères-tour ( $nI < 100At$ ) la profondeur de la cavité sera de préférence supérieure à 50% de l'épaisseur de l'aimant, préférentiellement de l'ordre de 80%.

25 Pour les valeurs d'ampères-tour importantes la profondeur de la cavité sera de préférence inférieure à 50% de l'épaisseur de l'aimant, préférentiellement de l'ordre de 40%.

30 La relation définissant le rapport  $F_{nI^2}/F_{nI}$  peut être déterminée de façon rigoureuse et précise en prenant en compte les fuites et la perméabilité relative du fer.

Selon une première variante de réalisation, on utilise deux aimants, aimantés dans le même sens, et partiellement encastrés dans deux cavités situées chacune à une extrémité de la culasse ferromagnétique.

35 Selon une première variante, la structure statorique présente deux branches entourées chacune par une bobine électrique.

Selon une deuxième variante, la structure statorique est de forme tubulaire et présente un logement annulaire intérieur dans lequel est logée une bobine annulaire, la partie mobile étant formée par une culasse tubulaire intérieure ferromagnétique présentant un logement annulaire de profondeur e dans lequel est positionné un aimant annulaire aimanté radialement.

Selon une troisième variante, l'actionneur selon l'invention comporte une structure statorique intérieure de forme tubulaire et présente un logement annulaire dans lequel est logée une bobine annulaire, la partie mobile étant formée par une culasse tubulaire extérieure ferromagnétique présentant un logement annulaire de profondeur e dans lequel est positionné un aimant annulaire aimanté radialement.

Selon une variante, l'actionneur linéaire selon l'invention comporte deux parties mobiles, les aimants d'une partie mobile étant aimantés dans le sens contraire des aimants de l'autre partie mobile, sous l'effet du courant, les deux parties mobiles se déplacent dans le sens opposé.

L'invention sera illustrée dans ce qui suit en référence aux dessins annexés où :

- la figure 1 représente un diagramme des forces en fonction de la position et des ampères tours des actionneurs selon l'art antérieur ;

- la figure 2 représente un diagramme des forces en fonction de la position et des ampères tours des actionneurs selon l'invention ;

- la figure 3 représente une vue en coupe médiane d'un premier exemple de réalisation ;

- la figure 4 présente une vue schématique faisant apparaître les différentes dimensions.

- la figure 5 représente une vue en coupe d'un deuxième exemple de réalisation :

- la figure 6 représente une vue en coupe d'un troisième exemple de réalisation ,

- la figure 7 représente une variante de réalisation comportant une partie mobile à deux aimants.

5 - la figure 8 représente un exemple de réalisation comportant deux parties mobiles.

- la figure 9 représente une variante de réalisation comportant deux parties mobiles.

10 Selon une première variante préférée, la largeur des pôles statoriques est supérieure ou égale à  $X_c$ , de préférence sensiblement égale à  $X_c+E$  pour obtenir une force à courant constant variant très peu sur toute la course, où  $X_c$  désigne la course utile de l'organe mobile dans la zone 15 de force résiduelle en l'absence de courant sensiblement nulle et  $E$  désigne l'entrefer entre le fond de la cavité dans laquelle est placé l'aimant et le plan passant par la surface des pôles statoriques, sans déduction de l'épaisseur de l'aimant.

20 Selon une variante avantageuse, la largeur de la culasse mobile est supérieure ou égale à  $3X_c+X_o$ , de préférence sensiblement égale  $3X_c+X_o+3E$ , où  $X_o$  est l'écartement entre les pôles statoriques.

25 Selon une variante de réalisation, l'organe mobile présente un seul aimant partiellement encastré dans une cavité située, dans la direction OX, sensiblement au milieu de la culasse ferromagnétique, la cavité et l'aimant 30 ayant une largeur supérieure ou égale à  $X_c+X_o$ , de préférence sensiblement égale  $X_c+X_o+E$ .

35 Selon une variante de réalisation, l'organe mobile présente deux aimants partiellement encastrés dans deux cavités situées chacune à une extrémité de la culasse ferromagnétique, chaque cavité et chaque aimant ayant une

largueur dans la direction OX supérieure ou égale à  $X_c$ , de préférence sensiblement égale à  $X_c+E$ .

La figure 3 représente une vue en coupe d'un 5 premier exemple de réalisation. L'actionneur est formé par une partie statorique (1) et une partie mobile (2).

La partie statorique (1) est formée par une 10 pièce en un matériau ferromagnétique (3) présentant deux branches (4, 5) présentant des pôles (6, 7) de largeur sensiblement égale à  $X_c+E$ .

Chacune des branches statoriques (4, 5) est entourée par une bobine électrique respectivement (8, 9).

La partie mobile est formée par une culasse (10) 15 de forme trapézoïdale. La culasse, réalisée en un matériau ferromagnétique, présente une largeur selon OX sensiblement égale à  $3X_c+X_o+3E$ . Elle présente une cavité parallélépipédique (11) à l'intérieur de laquelle est partiellement encastré un aimant permanent mince (12) aimanté perpendiculairement à OX. Cet aimant mince (12) 20 présente une largeur sensiblement égale à  $X_c+X_o+E$ .

La culasse se prolonge de part et d'autre de l'aimant (12) par des prolongements ferromagnétiques (13, 14) de largeur sensiblement égales à  $X_c+E$ .

L'aimant (12) est partiellement encastré dans la 25 culasse (10), la profondeur  $e$  de la cavité étant choisie de manière à optimiser la force pour l'application donnée.

Un jeu de quelques dixièmes de millimètre subsiste entre la surface de l'aimant et la surface des pôles statoriques.

30

Pour une profondeur de cavité  $e$  bien choisie, le terme de force  $F_m$  est sensiblement négligeable sur la course utile. La force, sur la course utile  $X_c$ , produite par la circulation d'un nombre d'ampères-tours  $nI$  dans chacune 35 des deux bobines a pour valeur :

$F = 2 \cdot Br \cdot L / (2 \cdot E - e) \cdot Z \cdot 2 \cdot nI$ , où

\* Br désigne l'induction rémanente de l'aimant

\* L désigne l'épaisseur de l'aimant

\* E désigne l'entrefer entre le fond de la

5 cavité dans laquelle est placé l'aimant et le plan passant par la surface des pôles statoriques, sans déduction de l'épaisseur de l'aimant.

\* e désigne la profondeur de la cavité

10 \* Z désigne la largeur de la piste utile de l'aimant perpendiculairement au plan de la figure 1

\* nI désigne le nombre d'ampère-tour dans chaque bobine.

15 A titre d'exemple,

$E = 1,5 \text{ mm}$  ;

$L = 1,2 \text{ mm}$  ;

$e = 0,6 \text{ mm}$  ;

20 Avantageusement, l'aimant unique (12) est aimanté après mise en place dans la culasse (10).

La figure 5 représente une variante de réalisation de forme cylindrique. L'aimant (12) de forme 25 cylindrique est logé dans une cavité tubulaire (11) de profondeur e formée dans une culasse mobile tubulaire (10). De part et d'autre de l'aimant (12), la culasse mobile (10) présente des prolongements latéraux (13, 14). La partie statorique (1) est composée d'une pièce statorique (20) de 30 forme cylindrique. Cette pièce statorique est disposée à l'extérieur de la culasse mobile (10), de façon concentrique. Elle présente un logement intérieur (21) pour recevoir une bobine électrique (22) de forme tubulaire.

35 La figure 6 représente une variante de réalisation dans laquelle la culasse mobile (10) est

extérieure. Elle entoure la partie statorique (30) placée à l'intérieur de la culasse mobile, de façon coaxiale.

La figure 7 représente une variante de 5 réalisation. La partie statorique (1) est formée par une pièce en un matériau ferromagnétique (3) présentant deux branches (4, 5) présentant des épanouissements polaires (37, 38). Chacune des branches statoriques (4, 5) est entourée par une bobine électrique (8, 9).

10 La culasse (30) présente à ses extrémités deux cavités (31, 32) dans lesquels sont partiellement encastrés des aimants (34, 35) de largeur selon OX sensiblement égale à  $X_c+E$ . Dans la zone comprise entre les deux aimants (34, 35), la culasse ferromagnétique présente une zone 15 partiellement saillante (36) d'épaisseur  $e$ , choisie de manière à optimiser la force, et de largeur selon OX sensiblement égale à  $X_o+E$ .

La figure 8 représente une variante de 20 réalisation avec deux parties mobiles (40, 41) se déplaçant, sous l'effet du courant, dans la même direction OX mais dans un sens opposé. Chacune des parties mobiles présente un aimant (42, 43) partiellement encastré dans une culasse ferromagnétique (44, 45). Les aimants des deux parties 25 mobiles sont aimantés dans le sens contraire.

La partie statorique (1) est composée d'une pièce statorique (20) de forme cylindrique. Cette pièce statorique est disposée à l'extérieur des culasses mobiles (44, 45). Elle présente un logement intérieur (21) dans 30 lequel est placé une bobine électrique (22) de forme tubulaire.

La figure 9 représente une variante de réalisation avec deux parties mobiles (50, 51) se déplaçant, 35 sous l'effet du courant, dans la même direction OX mais dans un sens opposé.

## REVENDICATIONS

1 - Actionneur électromagnétique polarisé, linéaire et monophasé, comportant un stator bobiné (1) et au moins une partie mobile (2) dans la direction OX, avec une course utile  $X_c$ ,

- le stator en matériau magnétique doux présentant deux pôles (6,7) ou groupes de pôle,
  - 10 - chacun d'une largeur au moins égale à  $X_c$ ,
  - espacés de  $X_0$ ,
  - disposés, soit dans une même surface plane parallèle à OX, soit dans une même surface cylindrique d'axe OX,
  - et polarisés de signe contraire par au moins une bobine (8,9),

• chaque partie mobile avec le courant alimentant la bobine, dans une direction dépendant du signe du courant, comporte une culasse (10) en matériau magnétique doux et au moins un aimant (12) lié à cette culasse,

- la culasse comportant en regard du stator trois parties,

- parallèles aux pôles du stator,
- se déplaçant parallèlement à ces pôles,
- à une distance minimale constante  $Y_0$  mesurée perpendiculairement à OX pour la ou les parties les plus rapprochées,

- le ou les aimants ayant
  - leurs pôles parallèles aux pôles du stator,
  - une même épaisseur  $L$  mesurée perpendiculairement à OX,

caractérisé en ce que,

- le ou les aimants d'une partie mobile
  - sont partiellement encastrés dans une cavité de la culasse mobile du côté des pôles du stator, à une profondeur  $e$  telle que  $0.1L < e < 0.9L$ ,  $E$  étant la distance

mesurée perpendiculairement à OX entre les pôles du stator et le fond de la cavité,

- se déplacent avec la culasse parallèlement aux pôles du stator à une distance minimale constante E-L,

5 - ont une aimantation perpendiculaire à OX et dans le même sens s'il y a plusieurs aimants,

- la culasse a une longueur mesurée suivant OX au moins égale à  $3X_c+X_o$  et est située à une distance minimale du 10 stator égale à  $Y_o=E-e$  supérieure à E-L.

20 2 - Actionneur linéaire selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'organe mobile présente un aimant 15 partiellement encastré dans une cavité située sensiblement au milieu de la culasse ferromagnétique, la cavité et l'aimant ayant une largeur dans la direction OX au moins égale à  $X_c+X_o$ .

25 20 3 - Actionneur linéaire selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'organe mobile présente deux aimants placés dans deux cavités situées chacune à une extrémité de la culasse ferromagnétique, chaque cavité et chaque aimant ayant une largeur dans la direction OX supérieure ou égale à  $X_c$ .

30 35 4 - Actionneur linéaire selon la revendication 1 caractérisé en ce que la profondeur  $e$  d'une cavité de la culasse est choisie aussi grande que possible en conservant une force, due à un courant constant, sensiblement constante sur toute la course utile, de préférence avec une variation inférieure à 15%, la profondeur de la cavité étant alors déterminée par la valeur maximale de  $e$  qui vérifie la condition

35

$$\frac{F_{al^2}}{F_{al}} < 0.15$$

où  $F_{nI}$  et  $F_{nI^2}$  sont les composantes de la force créée par l'actionneur, croissantes avec la profondeur de la cavité  $e$ , respectivement proportionnelle aux ampères-tours  $nI$ , et 5 proportionnelle au carré des ampères-tours  $nI^2$ , de sorte que sur la course utile, sans saturation, le terme de force magnétostatique étant souvent négligeable, la force totale est sensiblement égale à

10 
$$F \approx F_{nI} + F_{nI^2},$$

le rapport  $\frac{F_{nI^2}}{F_{nI}}$  étant exprimé, en première approximation, par la relation

15 
$$\frac{F_{nI^2}}{F_{nI}} \approx 0.25 \cdot \frac{X^2}{1-X} \cdot \frac{ni}{H_c \cdot L}$$

où  $X = e/E$  représente le coefficient d'encastrement d'un aimant dans une cavité de la culasse ferromagnétique, avec  $E$  désignant l'entrefer entre le fond 20 de la cavité dans laquelle est placé l'aimant et le plan passant par la surface des pôles statoriques, sans déduction de l'épaisseur de l'aimant,

25  $nI$  est le potentiel magnétique créé dans le circuit magnétique par le courant traversant la ou les bobines,

$H_c \cdot L$  est le potentiel magnétique d'un aimant avec  $H_c$  son champ coercitif et  $L$  son épaisseur dans le sens de l'aimantation.

30

5 - Actionneur linéaire selon la revendication 1 caractérisé en ce que la profondeur d'une cavité de la culasse est comprise entre 40 et 80% de l'épaisseur  $L$  d'un

aimant mesurée dans le sens de l'aimantation, préférentiellement d'environ 60%.

6 - Actionneur linéaire selon la revendication 1  
5 caractérisé en ce que la structure statorique présente deux branches (4, 5) entourées chacune par une bobine électrique.

7 - Actionneur linéaire selon la revendication 1  
caractérisé en ce qu'il comporte une structure statorique  
10 extérieure de forme tubulaire et présente un logement  
annulaire intérieur dans lequel est logée une bobine  
annulaire, la partie mobile étant formée par une culasse  
annulaire intérieure ferromagnétique présentant un logement  
annulaire dans lequel est positionné un aimant annulaire  
15 aimanté radialement.

8 - Actionneur linéaire selon la revendication 1  
caractérisé en ce qu'il comporte une structure statorique  
intérieure de forme tubulaire et présente un logement  
20 annulaire extérieur dans lequel est logée une bobine  
annulaire, la partie mobile étant formée par une culasse  
annulaire extérieure ferromagnétique présentant un logement  
annulaire dans lequel est positionné un aimant annulaire  
aimanté radialement.

25

9 - Actionneur linéaire selon la revendication 1  
caractérisé en ce qu'il comporte deux parties mobiles, les  
aimants d'une partie mobile étant aimantés dans le sens  
contraire des aimants de l'autre partie mobile, les deux  
30 parties mobiles se déplacent dans le sens opposé sous  
l'effet du courant.

10 - Actionneur linéaire selon l'une au moins  
des revendications précédentes caractérisé en ce que les  
aimants de l'organe mobile sont aimantés, de préférence,  
35 après leur mise en place sur l'organe mobile.

**11** - Actionneur linéaire selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que le ou les aimants sont composés de plusieurs aimants juxtaposés.

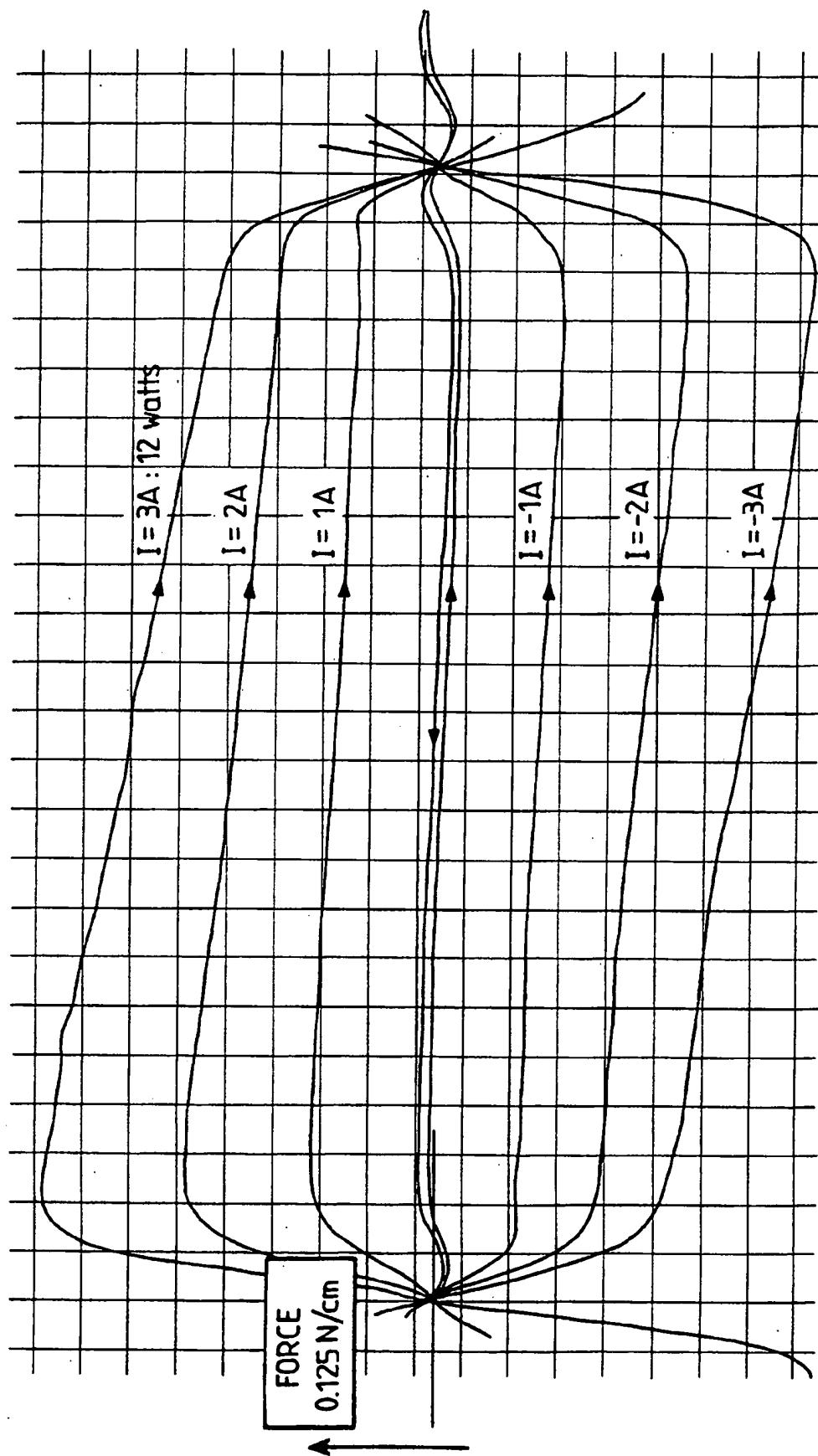
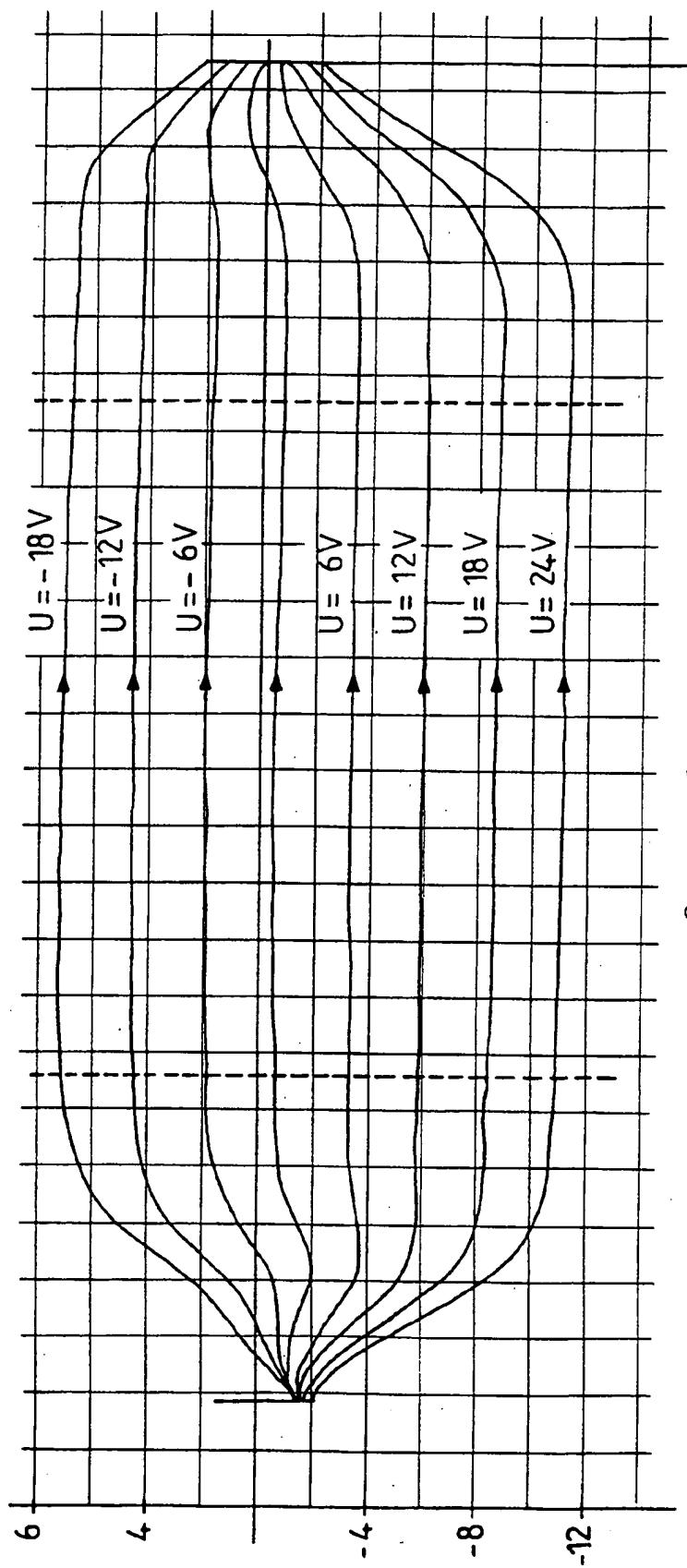


FIG. 1

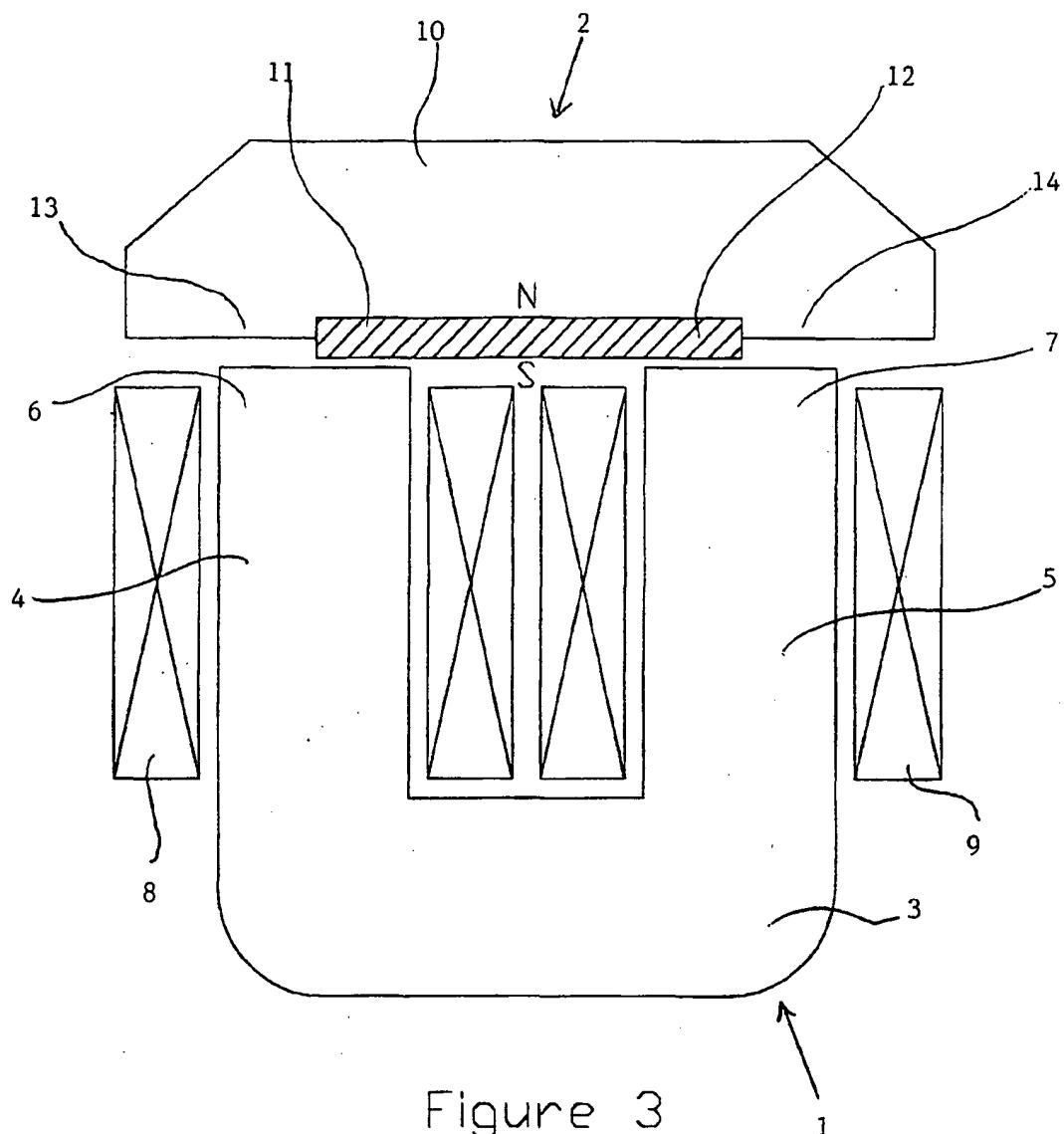
2/9



Course utile = 0,5 mm

FIG.2

Fig. 3



4/9

Fig. 4

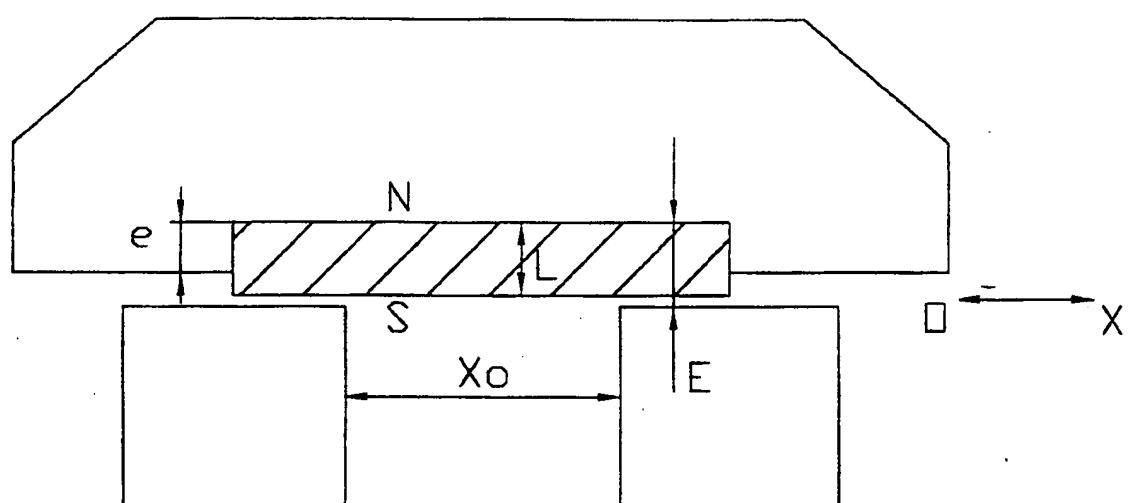


Figure 4

5/6

Fig. 5

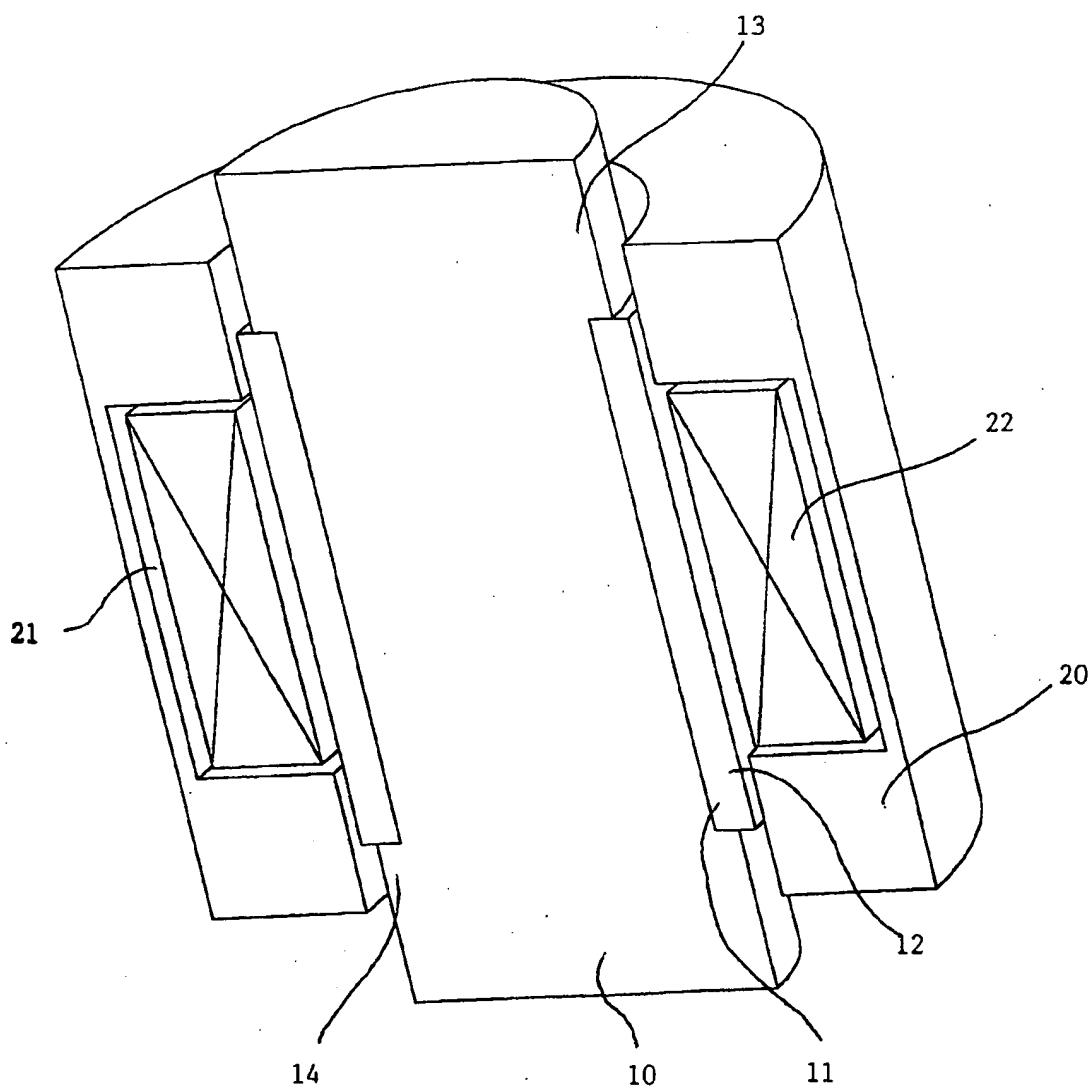


Figure 5

6 / 9

Fig. 6

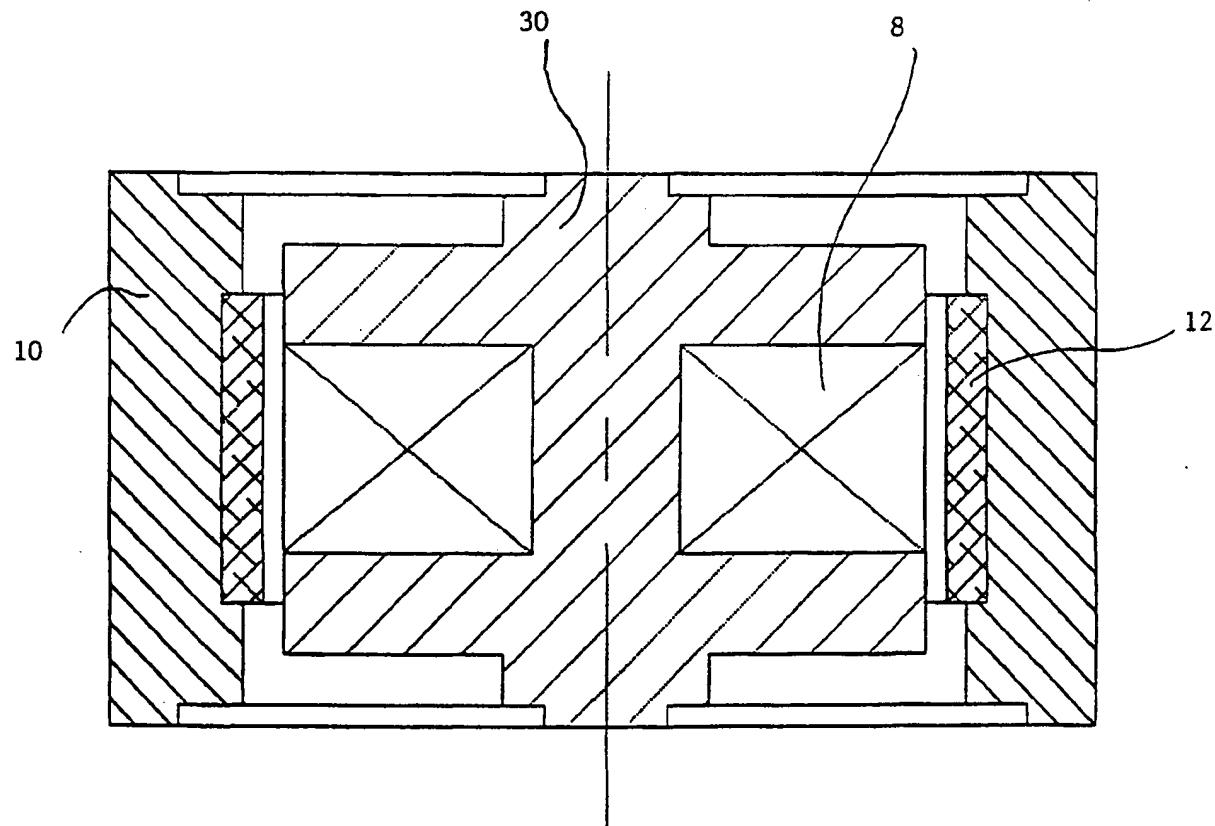
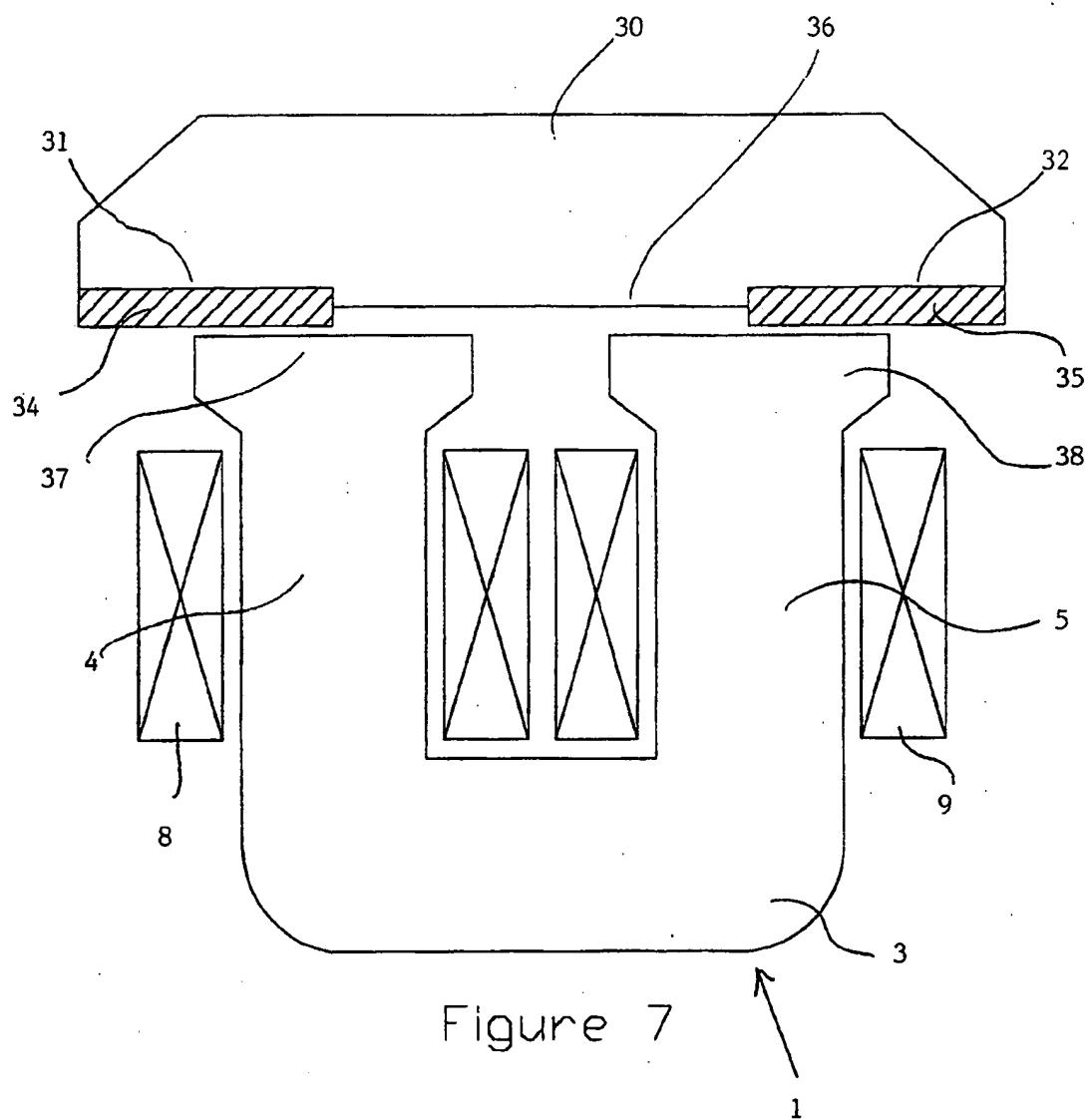


Figure 6

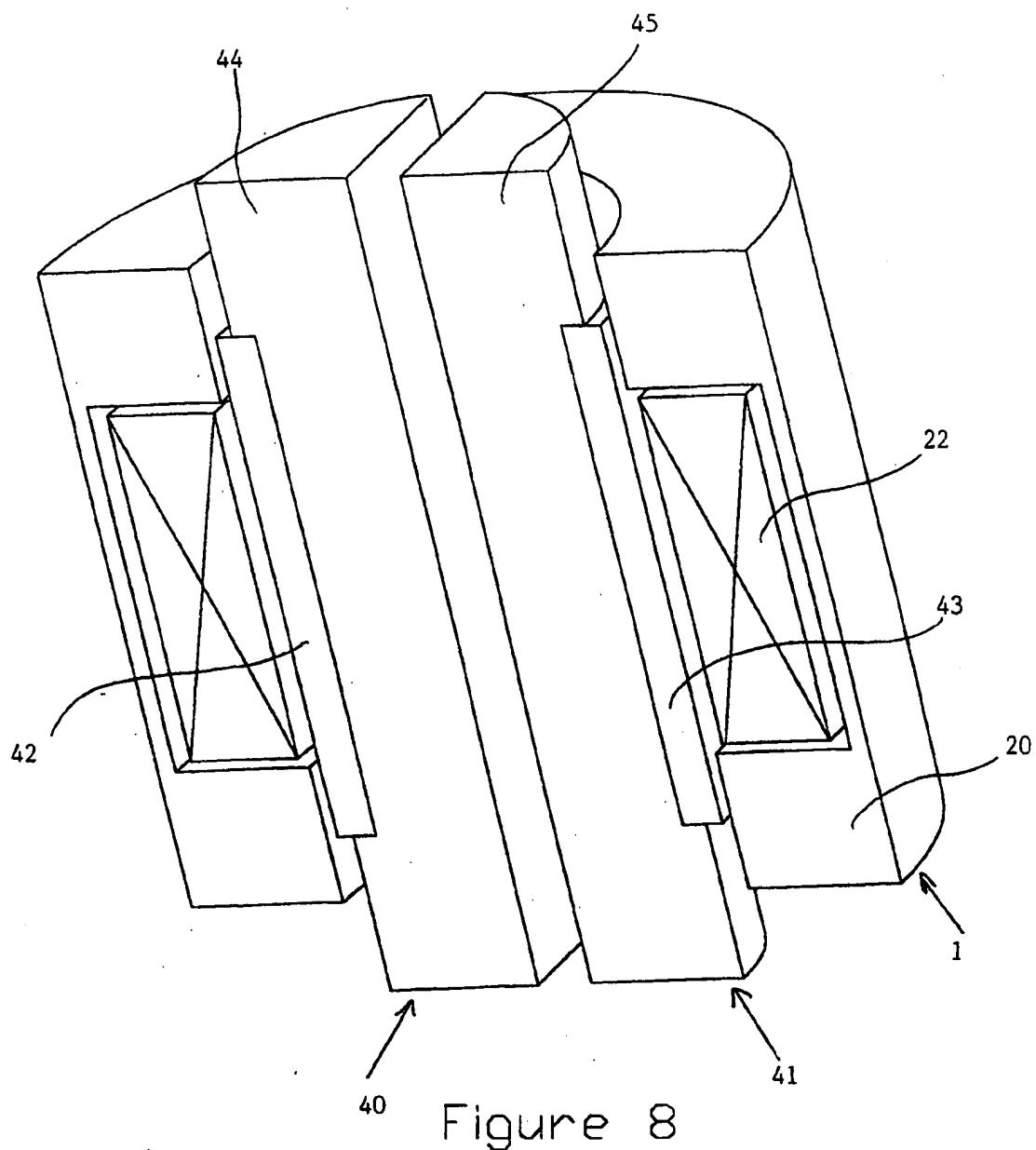
7/9

Fig. 7



8/9

Fig.8



9/9

Fig. 9

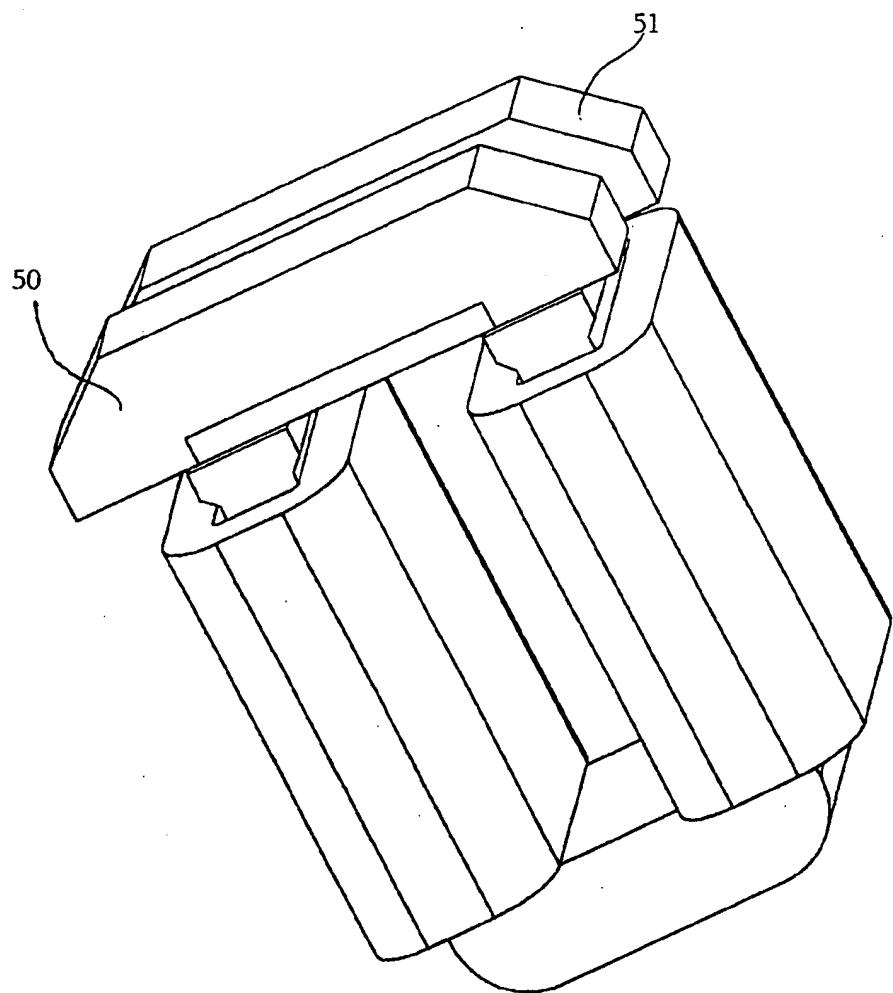


Figure 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 99/00235

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 H02K33/06 H02K33/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H02K H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 386 275 A (KATO RENTARO ET AL) 31 January 1995 see figure 1 ---	1
A	WO 93 01646 A (DENNE DEV LTD) 21 January 1993 see page 18, paragraph 3 - paragraph 6; figures 12A-C see page 13, paragraph 1; figure 9 see page 19, paragraph 1 - paragraph 3; figures 13A,13C see page 16, paragraph 3 ---	1
A	DE 38 20 711 A (BRAUN AG) 21 December 1989 see column 4, line 16 - line 31; figure 4 ---	1 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 May 1999

Date of mailing of the international search report

18/05/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roy, C

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Internat	Application No
PCT/FR 99/00235	

<b>C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 175 457 A (VINCENT RONALD J) 29 December 1992 see column 3, line 41 - line 47; figure 4 see column 2, line 9 - line 14	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internat'l Application No

PCT/FR 99/00235

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5386275 A	31-01-1995	JP	6117478 A	26-04-1994
WO 9301646 A	21-01-1993	AT	167597 T	15-07-1998
		AU	2439292 A	11-02-1993
		AU	672954 B	24-10-1996
		AU	2444892 A	11-02-1993
		CA	2113340 A	21-12-1993
		CA	2113344 A	21-01-1993
		DE	69225972 D	23-07-1998
		DE	69225972 T	18-02-1999
		EP	0595866 A	11-05-1994
		EP	0594757 A	04-05-1994
		WO	9301577 A	21-01-1993
		JP	7501437 T	09-02-1995
		US	5605462 A	25-02-1997
		US	5440183 A	08-08-1995
DE 3820711 A	21-12-1989	NONE		
US 5175457 A	29-12-1992	NONE		

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale N°

PCT/FR 99/00235

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 6 H02K33/06 H02K33/16

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 H02K H01F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 386 275 A (KATO RENTARO ET AL) 31 janvier 1995 voir figure 1	1
A	WO 93 01646 A (DENNE DEV LTD) 21 janvier 1993 voir page 18, alinéa 3 - alinéa 6; figures 12A-C voir page 13, alinéa 1; figure 9 voir page 19, alinéa 1 - alinéa 3; figures 13A,13C voir page 16, alinéa 3	1
A	DE 38 20 711 A (BRAUN AG) 21 décembre 1989 voir colonne 4, ligne 16 - ligne 31; figure 4	1
		-/-



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

10 mai 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

18/05/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3018

Fonctionnaire autorisé

Roy, C

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N°  
PCT/FR 99/00235

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 175 457 A (VINCENT RONALD J) 29 décembre 1992 voir colonne 3, ligne 41 - ligne 47; figure 4 voir colonne 2, ligne 9 - ligne 14 -----	1

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 99/00235

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5386275	A	31-01-1995	JP 6117478	A 26-04-1994
WO 9301646	A	21-01-1993	AT 167597	T 15-07-1998
			AU 2439292	A 11-02-1993
			AU 672954	B 24-10-1996
			AU 2444892	A 11-02-1993
			CA 2113340	A 21-12-1993
			CA 2113344	A 21-01-1993
			DE 69225972	D 23-07-1998
			DE 69225972	T 18-02-1999
			EP 0595866	A 11-05-1994
			EP 0594757	A 04-05-1994
			WO 9301577	A 21-01-1993
			JP 7501437	T 09-02-1995
			US 5605462	A 25-02-1997
			US 5440183	A 08-08-1995
DE 3820711	A	21-12-1989	AUCUN	
US 5175457	A	29-12-1992	AUCUN	